

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-264512

(43)Date of publication of application : 26.09.2001

(51)Int.Cl.

G02B 1/11
H01L 21/027
// C01B 9/08

(21)Application number : 2000-083239

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 21.03.2000

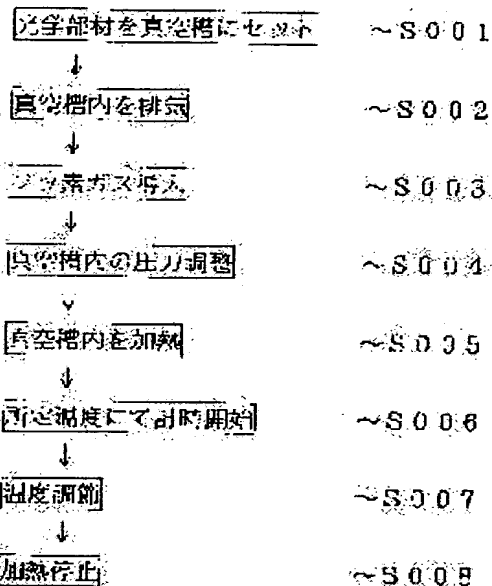
(72)Inventor : TAKI YUSUKE

(54) METHOD FOR POST-TREATMENT OF THIN FILM, POST-TREATMENT DEVICE, POST-TREATED OPTICAL MEMBER AND ALIGNER PROVIDED WITH OPTICAL MEMBER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve the problem of drastic decrease of transmittance of a pure crystal of metal fluoride, which originally exhibits excellent transmittance to an F2 excimer laser beam, caused by thin film forming with a general thin film forming method such as vacuum deposition or sputtering and to solve the problem of the decrease of transmittance in optical members such as a lens or a prism resulting therefrom.

SOLUTION: The post-treatment method contains a housing step in which a fluoride thin film with a fluorine defect film formed on a substrate is placed in a fluorine atmosphere at a specifically controlled temperature and a time measuring step for measuring the time consumed to raise temperature from the specific temperature so as to replenish the fluorine defect with fluorine.



後処理完了

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-264512
(P2001-264512A)

(43)公開日 平成13年9月26日(2001.9.26)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 2 B 1/11		C 0 1 B 9/08	2 K 0 0 9
H 0 1 L 21/027		G 0 2 B 1/10	A 5 F 0 4 6
// C 0 1 B 9/08		H 0 1 L 21/30	5 1 5 D

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2000-83239(P2000-83239)

(22)出願日 平成12年3月21日(2000.3.21)

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 瀧 優介

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内

Fターム(参考) 2K009 AA02 CC06 DD03 DD04 DD07
DD09

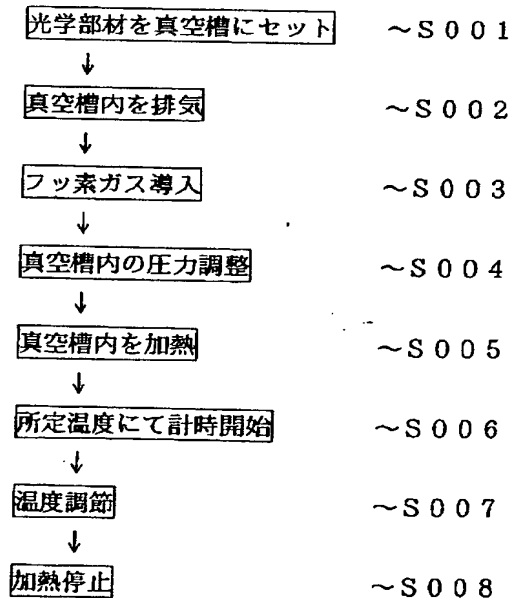
5F046 BA04 CA03 CA04 CB12 CB23
CB25

(54)【発明の名称】 薄膜の後処理方法、後処理装置、後処理された光学部材およびその光学部材を備えた露光装置

(57)【要約】

【課題】 金属フッ化物の純粋な結晶はF₂エキシマレーザー光に対しても良好な光透過率を示すが、真空蒸着法やスパッタリング法といった一般的な薄膜形成手法を用いて薄膜化すると、その光透過率は大きく低下してしまう。このような光学薄膜の透過率低下はレンズやプリズムといった光学部材の透過率低下という問題がある。

【手段】 基板に成膜されるフッ素欠損のあるフッ化物薄膜を所定温度に制御されるフッ素雰囲気中に格納する格納工程と、前記所定温度からの時間を測定する計時工程とを含み、前記フッ素欠損に対してフッ素を補う後処理方法とした。



後処理完了

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板に成膜されるフッ素欠損のあるフッ化物薄膜を所定温度に制御されるフッ素雰囲気中に格納する格納工程と、前記所定温度からの時間を測定する計時工程とを含み、前記フッ素欠損に対してフッ素を補う後処理方法。

【請求項 2】 前記フッ素欠損のあるフッ化物光学薄膜は、フッ化マグネシウム、フッ化カルシウム、フッ化リチウム、フッ化ランタン、フッ化アルミニウム、フッ化ネオジム、フッ化ガドリウム、フッ化イットリウム、フッ化ディスプロシウム、フッ化バリウム、フッ化ナトリウム、フッ化ビスマス、フッ化ストロンチウム、フッ化鉛、フッ化セレン、クライオライト、およびチオライトのなかから選ばれた物質により、単層あるいは多層膜に構成されていることを特徴とする後処理方法。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の方法によって後処理された光学薄膜。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の光学薄膜を備えた光学部材。

【請求項 5】 投影光学系を用いてマスクのパターン像を基板上に投影露光する装置であって、真空紫外線を露光光としてマスクを照明する照明光学系と、請求項 4 に記載の光学部材を含み、前記マスクのパターン像を基板上に形成する投影光学系とを備えた投影露光装置。

【請求項 6】 投影光学系を用いてマスクのパターン像を基板上に投影露光する装置であって、請求項 4 に記載の光学部材を含み、真空紫外線を露光光としてマスクを照明する照明光学系と、前記マスクのパターン像を基板上に形成する投影光学系とを備えた投影露光装置。

【請求項 7】 基板に成膜されるフッ素欠損のあるフッ化物薄膜を所定温度に制御されるフッ素雰囲気中に格納する格納手段と、前記所定温度からの時間を測定する計時手段とを含み、前記フッ素欠損に対してフッ素を補う後処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、真空紫外領域および紫外領域で使用可能な、特に真空紫外領域における光透過率や耐久性の向上したフッ化物光学薄膜の後処理方法、後処理装置、光学薄膜を成膜された光学部材及び、光学部材を搭載した露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 フッ化物材料は、赤外から真空紫外領域までの広い光波長範囲にわたって透明であるという優れた光学特性をもつ。特に波長 180nm 以下では、ほとんどの酸化物材料が不透明であるのに対して、多くのフッ化物材料は透明である。それ故、フッ化物は特に真空紫外領域用の光学部材材料、光学薄膜として必要不可欠である。近年、半導体集積回路の高集積化、高密度化が進んできている。回路の線幅をさらに細くするため、パターンを

さらに精細にするために、半導体回路製造用縮小投影露光装置のフォトリソグラフィ解像度のますますの向上が求められている。

【0003】 解像度を上げるために露光光源波長はこれまでに g 線、i 線 (365nm)、KrF エキシマレーザ (波長 248nm) と短波長化してきており、今後は、ArF レーザ (波長 193nm)、F₂ レーザ (157nm) へと更なる短波長化が進んでいくことは必至である。短波長化が進んだ露光装置に用いられる、レンズやプリズムなどの光学部材、それら光学部材表面にコートされた反射防止膜や偏向膜などの光学薄膜は、上記理由から当然ながらフッ化物である。

【0004】 縮小投影露光装置では、レーザ光源から半導体回路が露光されるウエハまでの間に、数十枚にもおよぶ様々な用途の光学部材が配置されており、これら光学部材表面にはそれぞれ目的に応じたフッ化物薄膜がコートされている。光学部材材料そのもの、および、フッ化物薄膜には当然ながら光吸収があるので、最終的にウエハ面上へ到達する光量はかなり小さくなる。露光性能、生産性向上のためには、この光量減少をできる限り小さくしなければならない。すなわち、おのおのの光学部材および薄膜の光吸収を小さくすればするほど、露光装置の性能が向上するわけである。

【0005】 光学部材材料そのものは長年にわたり鋭意研究開発されてきた結果、光吸収の原因となる欠陥や不純物の含有量は極力抑えられ、また、研磨技術の発達により素子表面での散乱も極力低下している。一方、光学薄膜は、これまでに抵抗加熱ないしは電子ビーム溶解による真空蒸着、イオンアシストを併用する真空蒸着、イオンプレーティング、スパッタリング、イオンビームスパッタリングなどの各種 PVD 法により成膜されてきた。要するに、真空装置を用いて、比較的簡便な手法により作製されてきたわけである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記の成膜手法はいずれも、熱力学的非平衡状態下での反応により、比較的低温の基板 (光学部材) 上へ薄膜が形成されている。そのため、堆積した薄膜は、化学量論組成に比べてフッ素が欠損しており、また、結晶性に乏しく構造欠陥なども多く含有していた。その結果、理想結晶と比較して光学吸収端波長は長波長側へシフトし、欠陥や不純物に起因する吸収帯も発生するので、真空紫外領域での光吸収が大きくなっている。フッ素欠損の生じる原因として、抵抗加熱型真空蒸着法では、フッ化物蒸着原料を抵抗加熱ボート上で蒸発させる際に、加熱によるフッ素乖離、ボート材料との高温化学反応の結果、蒸着膜にフッ素欠損が生じた。乖離したフッ素は排気されていた。

【0007】 電子ビーム溶解型真空蒸着では、電子照射エネルギーによってフッ化物蒸着原料を蒸発させるわけだが、そのエネルギーによってある程度の割合でフッ素

原子と金属原子との分離が生じるので、蒸着膜にフッ素欠損が生じた。イオンアシスト真空蒸着やイオンプレーティングでは、基板上で成長を続ける薄膜表面がイオンビーム照射やプラズマ照射を被る。よって、上記の蒸着原料側でのフッ素乖離に加えて、成長膜面での荷電粒子衝突によるフッ素乖離も発生した。スパッタリングやイオンビームスパッタリングでは、フッ化物ターゲットをイオン衝撃によりスパッタする際に、選択スパッタリング現象により、軽いフッ素原子だけが選択的にスパッタされることで、ターゲット表面がフッ素欠損を起こす。フッ素欠損のあるターゲットを原料として、スパッタ成膜しては化学量論組成膜は到底できなかった。

【0008】このようなフッ素欠損、構造不整を伴う光学薄膜が上記真空紫外用露光装置に搭載されていた。光学薄膜は光学部材の各面にコートされている、すなわち、コート面数は光学部材数の2倍である。フッ素欠損、構造不整を伴う光学薄膜を数十コートにわたって通り抜けてウエハ面に到達した光量は、もとの光源光量の数%程度と極端に低くなってしまっていた。要するに、光学薄膜が露光特性を決定していた。

【0009】さらに、真空容器内の残留水分や酸素がフッ素欠損の生じた蒸着原料・ターゲットや堆積膜と反応することで、酸素含有フッ素欠損のあるフッ化物膜が形成されており、光吸収はさらに大きくなっている。上記のような、フッ素欠損のあるフッ化物薄膜、あるいは、フッ素欠損と酸素含有のあるフッ化物薄膜は、構造欠陥や不純物含有のためにレーザ耐久性も予想されるほどは高くなかったので、光学部材部品交換の頻度がどうしても多くならざるを得なかった。要するに、光学薄膜が露光装置の生産性を決定していた。上記各成膜プロセスでは、堆積膜のフッ素欠損を補うべく、成膜中に成膜容器内にフッ素系ガスを導入しているが、反応制御が煩雑になり、必ずしも容易に化学量論組成膜が得られるわけではない。

【0010】本発明は、上記の問題を解決し、フッ素欠損のない化学量論組成のフッ化物光学薄膜およびその製造方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記問題を解決するために第1の発明は、基板に成膜されるフッ素欠損のあるフッ化物薄膜を所定温度に制御されるフッ素雰囲気中に格納する格納工程と、前記所定温度からの時間を測定する計時工程とを含み、前記フッ素欠損に対してフッ素を補う後処理方法とした。

【0012】第2の発明は、基板に成膜されるフッ素欠損のあるフッ化物薄膜を所定温度に制御されるフッ素雰囲気中に格納する格納手段と、前記所定温度からの時間を測定する計時手段とを含み、前記フッ素欠損に対してフッ素を補う後処理装置とした。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明にかかる、フッ素欠損のあるフッ化物薄膜の後処理方法の例を以下に説明するが、本発明はこの例に限定されるものではない。フッ素系ガスとは、純フッ素ガス、ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノンの希ガスのうち少なくとも一種以上で希釈したフッ素ガス、AgFに代表される種々の金属フッ化物の電気分解によって発生させたフッ素ガス、XeF₂、XeF₄、XeF₆のフッ素—希ガス化合物を昇華・蒸発させたものおよびこれらフッ素—希ガス化合物の分解によって発生したフッ素ガス、NF₃、SF₆、SF₄、CF₄、C₂F₆、C₃F₈のフッ素系化合物の少なくとも一種以上のガスプラズマにより発生させたフッ素ラジカルおよびフッ素イオンの活性フッ素が望ましい。

【0014】フッ化物光学薄膜とは、フッ化マグネシウム、フッ化カルシウム、フッ化リチウム、フッ化ランタン、フッ化アルミニウム、フッ化ネオジム、フッ化ガドリウム、フッ化イットリウム、フッ化ディスプロシウム、フッ化バリウム、フッ化ナトリウム、フッ化ビスマス、フッ化ストロンチウム、フッ化鉛、フッ化セレン、クライオライト、およびチオライトのなかから選ばれた単層あるいは多層膜である。

【0015】

【実施例】（実施例1）本発明の実施例として、後処理する方法について図1を用いて説明する。図1は本発明の後処理方法を示すフローチャートである。フッ化物薄膜があらかじめコートされている光学部材を洗浄したのち、真空槽1内の光学部材固定治具4に固定する（ステップS001）。

バルブ10を開けて排気系8により真空槽1内を10⁻⁵ Paまで排気する（ステップS002）。

【0016】フッ素系ガス発生源7から供給されるフッ素系ガスを、流量制御および圧力制御装置9を介して真空槽1に導入する（ステップS003）。

圧力計11の指示値が所定値になるように、流量制御および圧力制御装置9を調節する（ステップS004）。バルブ10を開けたままの状態でもよいし、バルブ10を閉めてフッ素系ガスの導入を止めて、密閉系反応炉としてもよい。外部ヒーター3を通電し、真空槽1を加熱して真空槽1内部の温度を上昇させる（ステップS005）。

【0017】真空槽1内温度を熱電対2で測定し、所定温度からの計時を時計32にて開始する（ステップS006）。外部ヒーター3への電流を調節して、真空槽1内の部温を一定にする（ステップS007）。所定時間が経過したら、外部ヒーター3への通電を止める（ステップS008）。

真空槽1内の温度が室温まで低下したら、排気系8により真空槽1を排気しながら、ガス導入口7から希ガスを導入して、真空槽1内部はフッ素雰囲気から希ガス雰囲気へ

置換する。

【0018】次に、上記後処理の処理条件を述べる。

後処理とは、薄膜表面から内部へのフッ素原子の拡散反応である。従って、フッ素原子が薄膜表面から基板との界面まで十分に到達して、膜全体が完全にフッ素化された時点で反応は終結する。拡散反応速度は、拡散に有効な形態にあるフッ素原子種の表面への供給量及び拡散媒体である薄膜の温度の2点に依存する。薄膜への供給量が十分であれば温度律速となり、薄膜の温度が高ければ供給律速となる。

【0019】真空槽内の圧力は 1×10^5 Pa未満の減圧下であればよい。薄膜表面への十分なフッ素原子供給を達成するためには、100Pa以上であることが望ましい。圧力が高いほど、フッ素原子供給量は増加するので、拡散速度は上昇する。

光学部材の温度は室温から300℃までとすることが望ましい。温度が高いほど拡散速度が上昇するが、300℃を超えると光学部材そのものの光学特性が変化するので望ましくない。

【0020】次に、フッ化物光学薄膜の後処理装置の構成を図2に基づいて説明する。図2は、本発明のフッ化物光学薄膜の後処理装置を示す構成図である。

図2において、真空槽1の内部には、真空槽1内の温度を測定する熱電対2、フッ化物光学薄膜6が成膜された光学部材5を固定する光学部材固定治具4が設置されている。なお、真空槽1および光学部材固定治具4の材質は、フッ素に対する耐食性の高いニッケルまたはニッケル合金（モネルを含む）である。真空槽1には、真空槽1内を加温する外部ヒーター3、真空槽1内の気体をバルブ10を介して排気する排気系8、フッ素系ガス発生源7からのフッ素ガスの流量及び真空槽1内の圧力を制御する流量制御及び圧力制御装置9、真空槽1内の圧力を測定する圧力計11及び時間を測定する時計32が接続され、排気系8にはフッ素除害設備12が接続される。

【0021】予め真空槽1内に、フッ素系ガスを導入して、真空槽1の内壁および光学部材固定治具4をフッ素化させて、表面を不働態化しておく。フッ素ガスの危険性を考慮して真空槽1内の圧力は大気圧未満とする。尚、上記実施例では、熱電対にて真空槽内の温度を測定したが、光学部材又は光学薄膜を測定してもよい。

【0022】（実施例2）本発明の第2の実施例として、スパッタリングを用いて後処理する方法について説明する。フッ化物薄膜が成膜されている光学部材を洗浄したのち、真空チェンバ13内の下部電極18に固定する（ステップS011）。

バルブ31を開けて排気系14により真空チェンバ13内を 10^{-5} Paまで排気する（ステップS012）。マスフローコントローラ26-2にて流量調節されたSF₆ガスを真空チェンバ13内にシャワー状に導入する（ステッ

プS013）。圧力計23の指示値が所定値となるようにマスフローコントローラ26-2及びバルブ31を調節する（ステップS014）。

加熱ヒーター19に通電し、光学部材21を加温する（ステップS015）。

高周波電源17で発振した高周波出力を、マッチングボックス16を介して上部電極15に印加して、プラズマ29を発生させる（ステップS016）。

熱電対20の指示値が所定値を示したら時計32にて経時を開始する（ステップS017）。

【0023】熱電対20の指示値が一定値になるように、加熱ヒーター19への電流を調整する（ステップS018）。所定時間が経過したら、加熱ヒーター19への通電を止め、高周波電源17への通電を止める（ステップS019）。

【0024】薄膜の後処理が終了する。バルブ24-1を開きアルゴンガス27を真空チェンバ13内へ導入し、置換する。プラズマを形成してSF₆を電離および乖離させることで、真空チェンバ13内はフッ素化反応に有効な活性フッ素で満たされ、後処理が開始される。処理温度、処理圧力、選択要因は、実施例1と同様なので説明を省略する。次に、フッ化物光学薄膜の後処理装置の構成を図4に基づいて説明する。図4は、本発明のフッ化物光学薄膜の後処理装置を示す構成図である。

【0025】図4において、真空チェンバ13の内部には、上部電極15、フッ化物光学薄膜22が成膜された光学部材21を載置する下部電極18が設置されている。下部電極18内部には、加熱ヒーター19、加熱ヒーター19の温度を測定する熱電対20が設置されている。なお、上部電極15はフッ素に対する耐食性の高いニッケル、ニッケル合金（モネルを含む）である。

【0026】真空チェンバ13には、真空チェンバ13内の気体をバルブ31を介して排気する排気系14、真空チェンバ13内の圧力を測定する圧力計23、時間を測定する時計32、アルゴンガス27を導入するバルブ24-1、SF₆ガス28を導入するバルブ24-2が接続されている。バルブ24-1にはアルゴンガス27の流量及び圧力を制御するマスフローコントローラ26-1、バルブ24-2にはSF₆ガス28の流量及び圧力を制御するマスフローコントローラ26-2がそれぞれ接続される。

【0027】上部電極15には、高周波用マッチングボックス16を介して周波数13.56MHzの高周波電源17が接続される。上部電極15と下部電極18の間には遮蔽板30が挿入されており、この遮蔽板30によりプラズマ29は上部電極15と遮蔽板30ではさまれた空間にのみ形成される。下部電極18上に設置された光学部材21およびコートされているフッ化物膜22が、プラズマ29に暴露されないための工夫である。活性なフッ素雰囲気下に光学部材を設置しておけば、フッ素化反応は

遮蔽板30があっても進行するので、光学部材をプラズマに直接暴露する必要は全くない。

【0028】尚、上記実施例では、熱電対にて真空槽内の温度を測定したが、光学部材又は光学薄膜を測定してもよい。

(比較例1) 蛍石基板上へフッ化ランタン膜を500nmの厚みで堆積させたものを試料として用意した。このフッ化ランタン膜の化学組成比を、電子線プローブマイクロアナリシス法(以下、EPMAと略する)にて分析したところ、 $La / F / O = 1.0 / 2.6 / 0.2$ となり、フッ素欠損と酸素含有が認められた。さらに、X線光電子分光法(以下、XPSと略する)により、このフッ化ランタン膜表面の状態分析を行ったところ、表面に存在する酸素原子の結合状態として、物理吸着水の他に、 $La-OH$ 結合および $La-O$ 結合が認められた。すなわち、このフッ化ランタン膜は一部が水酸化および酸化されていた。

【0029】この試料を、実施例1に示す方法にて後処理をした。処理圧力 1.3×10^4 Pa、処理温度 100°C 、処理時間24時間とした。処理後のフッ化ランタン膜の化学組成比を、EPMAにて分析したところ、 $La / F / O = 1.0 / 3.0 / 0.0$ となっていた。すなわち、欠損分のフッ素が補われて化学量論組成になり、酸素は同分析手法の検出下限以下になった。さらに、XPSの結果から、表面から検出される酸素原子の結合状態は、物理吸着水のみで、水酸化あるいは酸化といった化学結合成分は一切認められなくなった。

【0030】次に、試料の透過率を後処理する前と後処理した後とでそれぞれ、測定した。図5は、後処理の有無と透過率変化を示す図である。本発明の後処理法によって、真空紫外領域での透過率が如実に増加している、言い換えれば、光吸収が大幅に減少している。

さらに、フッ化ランタン薄膜の結晶構造は、三方晶であることがX線回折により確認できた。最も回折強度が強いのは、002回折ピークであった。ポストフッ素化アニールをすることで、フッ化ランタン膜は強いc軸配向成長をすることがわかった。さらに、ポストフッ素化アニール処理前後の002回折ピークの変化をX線回折ロックンギングカーブ法により測定したところ、ピークの半価全幅がポストアニール後では小さくなっていた。また、結晶性が改善されたことを如実に示すデータである。

【0031】また、特願平9-34706号に詳細に記載されているレーザ耐久性評価方法を用いて、後処理の前後の試料を評価したところ後処理によってレーザ耐性が向上したことが確認できた。

(比較例2) 比較例1と同様の試料を使用して、実施例2に示す方法によって、後処理した。処理圧力 1.0×10^4 Pa、処理温度 100°C 、処理時間5時間とした。処理後のフッ化ランタン膜の化学組成比を、EPMAにて分析したところ、 $La / F / O = 1.0 / 3.0 / 0.0$ となっており、フッ素欠損が補われて酸素は同分析手法の検出下限以下になっ

た。さらに、XPSの結果から、表面から検出される酸素原子の結合状態は、物理吸着水のみで、水酸化あるいは酸化といった化学結合成分は一切認められなくなった。

【0032】(露光装置) 次に、本発明の方法によって成膜された光学部材が適用される装置について述べる。適用される装置は、フォトリソでコートされたウェハース上にレチクルのパターンのイメージを投影するための、ステッパと呼ばれるような投影露光装置である。図6に、本発明に関わる露光装置の基本構造を示す。図6に示すように、本発明の露光装置は少なくとも、表面1003aに置かれた感光剤を塗布した基板Wを置くことのできるウェハーステージ1003、露光光として用意された波長の真空紫外光を照射し、基板W上に用意されたマスクのパターン(レチクルR)を転写するための照明光学系1001、照明光学系1001に露光光を供給するための光源1100、基板W上にマスクRのパターンのイメージを投影するためのマスクRが配された最初の表面P1(物体面)と基板Wの表面と一致させた二番目の表面(像面)との間に置かれた投影光学系1005を含む。照明光学系1001は、マスクRとウェハーステージ1003の表面に対して平行に動くことのできるレチクルステージ1002に配置される。レチクル交換系1200は、レチクルステージ1002にセットされたレチクル(マスクR)を交換し運搬する。レチクル交換系1200はウェハーステージ1003の表面1003aに対してレチクルステージ1002を平行に動かすためのステージドライバーを含んでいる。投影光学系1005は、スキヤンタイプの露光装置に应用されるアライメント光学系を持っている。

【0033】そして、本発明の露光装置は、前記本発明の方法によって反射防止膜を成膜した光学部材(例えば、蛍石製の光学レンズ)を使用したものである。具体的には、図6に示した本発明の露光装置は、照明光学系1001の光学レンズ1009または投影光学系1005の光学レンズ1010に本発明の方法によって反射防止膜が成膜される。

【0034】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、フッ素欠損や酸素含有のあるフッ化物薄膜を、フッ素雰囲気反応炉中にて後処理することで、フッ素欠損を補い酸素含有を無くして化学量論組成かつ結晶性の高いフッ化物膜を得ることができる。従って、欠陥や不純物に起因する吸収も減少するので、真空紫外領域での透過率及びレーザ耐久性が向上する。

【0035】本発明の光学部材が適用される露光装置は、透過率の優れた光学部材を採用しているので、従来の露光装置に比べて光源の照度のロスを少なくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 図 1 は、本発明における後処理方法のフローチャートである。

【図 2】 図 2 は、本発明における後処理装置の構成図である。

【図 3】 図 3 は、本発明における別実施例の後処理方法のフローチャートである。

【図 4】 図 4 は、本発明における別実施例の後処理装置の構成図である。

【図 5】 図 5 は、後処理の有無と透過率変化を示す図である。

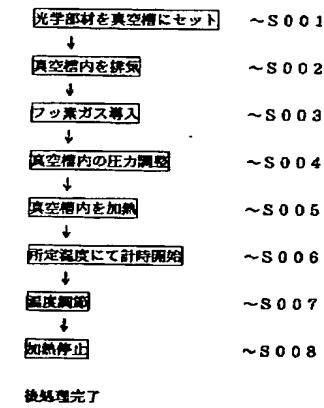
【図 6】 図 6 は、本発明の方法によって後処理された光学部材を用いた露光装置の基本構成を示す構成図である。

【符号の説明】

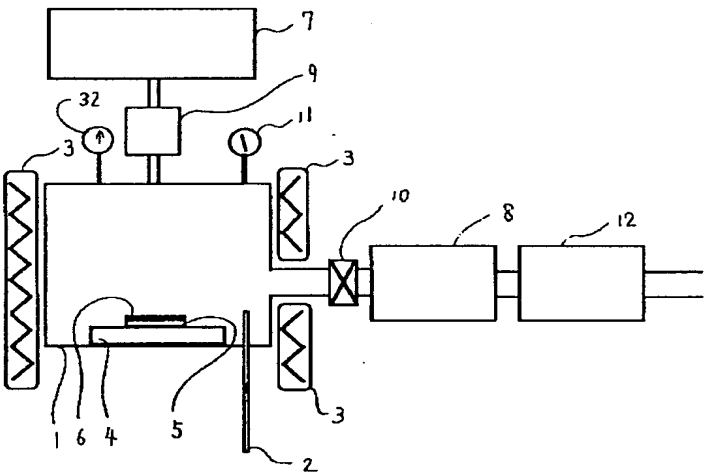
- 1 … 真空槽
- 5 … フッ化物光学部材

- 6 … フッ化物光学薄膜
- 7 … フッ素系ガス発生源
- 9 … 流量制御および圧力制御装置
- 13 … 真空チェンバ
- 15 … 上部電極
- 19 … 加熱ヒーター
- 21 … フッ化物光学部材
- 22 … フッ化物光学薄膜
- 23 … 圧力計
- 27 … アルゴンガス
- 28 … SF₆ ガス
- 29 … プラズマ
- 1001 … 照明光学系
- 1005 … 投影光学系
- 1009 … 照明光学系の光学レンズ
- 1010 … 投影光学系の光学レンズ

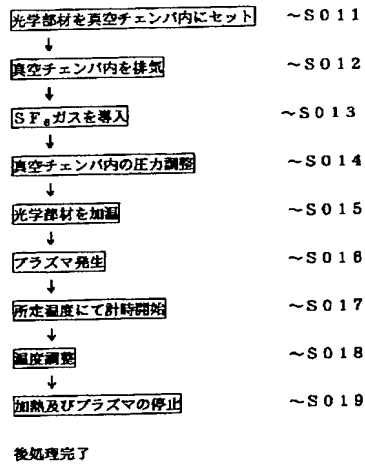
【図 1】



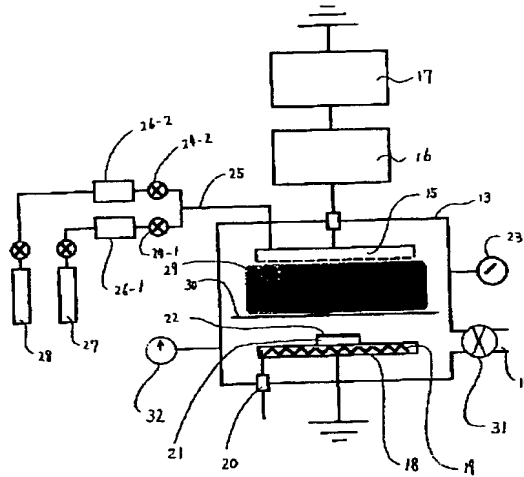
【図 2】



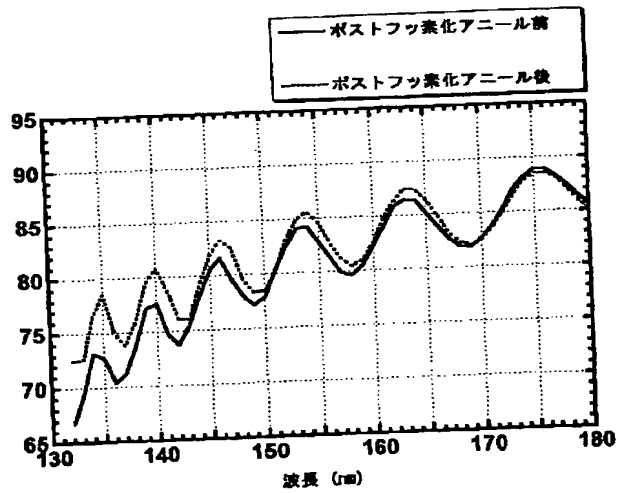
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

